

Verfahren zum Herstellen von gegossenem Stahlband

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von gegossenem Stahlband, bei dem eine Stahlschmelze in einem kontinuierlichen Verfahrensablauf in einen Gießspalt, dessen Längsseiten durch während des Gießvorgangs sich bewegende Wände gebildet sind, zu dem Stahlband vergossen und die über dem Gießspalt in einem Schmelzenpool anstehende Stahlschmelze unter einer Stickstoff und Wasserstoff enthaltenden Atmosphäre gehalten wird. Ein derartiges Verfahren ist beispielsweise in der EP 0 409 645 B1 beschrieben.

Ein grundsätzliches Problem bei der Erzeugung von aus einer Stahlschmelze direkt gegossenem Stahlband besteht darin, den Gießprozess so zu führen, dass eine einwandfreie, qualitativ hochwertige Bandoberfläche erhalten wird. So zeigt sich im praktischen Betrieb, dass erhebliche Oberflächenfehler auf Rissbildungen und die Einlagerung von oxidischen Einschlüssen, so genannte "Scums", in den oberflächennahen Bereichen des gegossenen Bands zurückzuführen sind. Auch weisen in herkömmlicher Weise durch Bandgießen hergestellte gegossene Bänder vielfach eine Heterogenität ihrer Oberflächenstruktur auf, die sich in einer Ungleichförmigkeit des vom Betrachter wahrgenommenen Glanzes des fertigen gegossenen Bandes niederschlägt. Eine derartige "Glanzheterogenität" stellt einen weiteren, die Marktchancen von gegossenem Band beeinträchtigenden Qualitätsmangel dar.

In der bereits erwähnten EP 0 409 645 B1 wird vorgeschlagen, zur Verbesserung der Eigenschaften der Oberflächen von gegossenem Band in die sich im Gießbetrieb bewegend Elementen, die den Gießspalt der zum Gießen des Bandes eingesetzten Vorrichtung begrenzen, Vertiefungen einzuformen. Zusätzlich soll ein Gasgemisch in den Bereich des so genannten "Meniskus" geblasen werden, an dem die Schmelze mit den Vertiefungen der sich bewegend Elemente in Kontakt kommt. Das Gasgemisch soll dabei 30 Vol.-% bis 90 Vol.-% eines im Metall löslichen Gases enthalten. Zusätzlich kann ein unlösliches Gas vorgesehen sein.

In der EP 0 409 645 B1 werden als für die Durchführung des bekannten Verfahrens geeignete, im Metall lösliche Gase N_2 , H_2 , CO_2 , CO sowie NH_4 genannt. Als Beispiele für ein unlösliches Gas werden Argon und Helium erwähnt. Konkret erläutert werden in diesem Zusammenhang allerdings nur die Wirkungen von Gasgemischen, die Gehalte an N_2 und Ar aufweisen.

Gemäß der EP 0 409 645 B1 besteht die Wirkung des in den Meniskus-Bereich eingeblasenen Gasgemischs in Kombination mit den in den sich bewegend, den Gießspalt bewegend Elementen ausgebildeten Vertiefungen darin, dass in den Vertiefungen gegebenenfalls vorhandene Luft und aus dem gegossenen Metall austretende Gase ausgespült werden und sich das eingeblasene Gas an deren Stelle in die Vertiefungen setzt. Im weiteren Prozess tritt die Schmelze in die Vertiefungen ein. Das darin sitzende Gas wird dabei aufgrund seiner Löslichkeit von der Schmelze aufgenommen, so dass die Schmelze ungehindert in die Vertiefungen gelangen kann. Auf diese Weise soll zwischen der erstarrenden Schmelze und den sich bewegend Elementen eine zeitweilig bestehende, formschlüssige Verkopplung

erreicht werden, durch die sichergestellt ist, dass es zu keinen Relativbewegungen zwischen den Elementen und der festen Schale kommt, die sich in Folge der Erstarrung der Schmelze auf den sich bewegenden Elementen bildet. Diese Relativbewegungen sollen gemäß der in der EP 0 409 645 B1 enthaltenen Erläuterungen der Grund für die Entstehung von Oberflächenrissen sein.

Weiter wird in der EP 0 409 645 B1 vorgeschlagen, die oberhalb des Gießspalts im so genannten "Schmelzenpool" anstehende Schmelze dadurch gegen Oxidation zu schützen, dass der Schmelzenpool unter einer nicht oxidierenden Atmosphäre gehalten wird. Als bevorzugt wird es dabei angesehen, wenn die Atmosphäre aus einem Stickstoff-Argon-Gasgemisch gebildet ist.

Üblicherweise werden zum Bandgießen Zweiwalzengießvorrichtungen, so genannte "Twin-Roller", eingesetzt, bei denen die den Gießspalt an dessen Längsseiten begrenzenden, sich im Gießbetrieb bewegenden Elemente in Form von Gießwalzen gebildet sind, die im Gießbetrieb gegenläufig rotiert und gekühlt werden. Um die gemäß der EP 0 409 645 B1 benötigten Vertiefungen beispielsweise in die Oberflächen der Gießwalzen eines Twin-Rollers einzubringen, ist ein erheblicher technischer Aufwand erforderlich, der die in regelmäßigen Zeitabständen erforderliche Wartung der Gießwalzen erschwert.

Darüber hinaus haben praktische Versuche ergeben, dass sich das Problem der Entstehung von Oberflächenfehlern aufgrund von Rissbildung und Oxideinschlüssen auch dann nicht lösen lässt, wenn entsprechend der in der EP 0 409 645 B1 gegebenen Empfehlung die Oberfläche des über dem Gießspalt

stehenden Schmelzenpools durch eine nicht oxidierende Atmosphäre gegenüber dem Luftsauerstoff abgeschottet wird.

Die Aufgabe der Erfindung bestand daher darin, ein Verfahren anzugeben, mit dem sich qualitativ hochwertige Stahlbänder mit einer gegenüber dem Stand der Technik deutlich verbesserten Oberflächenbeschaffenheit erzeugen lassen.

Ausgehend von dem voranstehend erläuterten Stand der Technik ist diese Aufgabe durch ein Verfahren zum Herstellen von gegossenem Stahlband gelöst worden, bei dem eine Stahlschmelze in einem kontinuierlichen Verfahrensablauf in einen Gießspalt, dessen Längsseiten durch während des Gießvorgangs sich bewegende Wände gebildet sind, zu dem Stahlband vergossen und die über dem Gießspalt in einem Schmelzenpool anstehende Stahlschmelze unter einer Stickstoff und Wasserstoff enthaltenden Atmosphäre gehalten wird, wobei erfindungsgemäß der Wasserstoffgehalt der Atmosphäre $> 0 \text{ Mol.-%}$ bis 10 Mol.-% beträgt und die zur Einstellung der Eigenschaften des Stahlbands jeweils wahlweise vorhandenen Cr-, Mo-, Nb-, Si-, Ti-, Ni-, Mn-, C- bzw. N-Gehalte $\%Cr$, $\%Mo$, $\%Nb$, $\%Si$, $\%Ti$, $\%Ni$, $\%Mn$, $\%C$ bzw. $\%N$ der vergossenen Stahlschmelze jeweils derart gewählt sind, dass für das aus dem Cr-Äquivalent Cr_{eq} und dem Ni-Äquivalent Ni_{eq} gebildete Verhältnis Cr_{eq}/Ni_{eq} gilt

$$Cr_{eq}/Ni_{eq} \geq 1,7,$$

$$\begin{aligned} \text{mit } Cr_{eq} &= \%Cr + 1,37 \%Mo + 2 \%Nb + 1,5 \%Si + 3 \%Ti, \\ Ni_{eq} &= \%Ni + 0,31 \%Mn + 22 \%C + 14 \%N + \%Cu. \end{aligned}$$

Der Erfindung liegt die Feststellung zu Grunde, dass sich ein bestimmter Mindestgehalt an H_2 in der den Schmelzenpool abdeckenden Atmosphäre günstig auf die Oberflächenbeschaffenheit des erhaltenen Stahlbands auswirkt, wenn gleichzeitig eine Stahllegierung eingesetzt wird, deren Legierungsgehalte so aufeinander abgestimmt sind, dass das Verhältnis aus ihrem Cr-Äquivalent und ihrem Ni-Äquivalent gebildete Verhältnis mindestens 1,7 beträgt. Die zur Berechnung des Cr-Äquivalents und Ni-Äquivalents genannten Formeln entsprechen dabei den von Hammar und Svensson in "Solidification and Casting of Metals", The Metals Society, London, 1979, pp. 401-410, vorgegebenen.

Zusammen mit dem Chrom-Äquivalent Cr_{eq} ist das Nickel-Äquivalent Ni_{eq} eine Kenngröße, die Aufschluss über die Gefügeanteile in nichtrostenden Stählen der erfindungsgemäß verarbeiteten Art gibt. Nickel und Chrom sind in diesen Stahlsorten in beträchtlichen Massengehalten vorhanden. Ni ist ein Austenitbildner, Cr dagegen ein Ferritbildner.

Die Gehalte der in den Formeln zur Bestimmung des Cr- und Ni-Äquivalents angegebenen Legierungselemente können dabei selbstverständlich auch "0" betragen, so dass nicht jedes der betreffenden Elemente notwendig in erfindungsgemäß verarbeitetem Stahl vorhanden sein muss. Als typische Stahllegierungen, die sich in erfindungsgemäßer Weise verarbeiten lassen, sind beispielsweise die zur Klasse AISI 304 gehörenden und vergleichbare austenitischen Cr-Ni-Stähle zu nennen. Ebenso eignen sich für das erfindungsgemäße Verfahrens jedoch auch ferritische Edelstähle und Kohlenstoffstähle, da auch beim Vergießen von solchen Stählen bei konventioneller Vorgehensweise Scums und Risse an der Bandoberfläche auftreten. Bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens auf ferritische

Edelstähle und Kohlenstoffstähle lassen sich diese Materialfehler ebenfalls sicher beherrschen.

Der erfindungsgemäß in der den Schmelzenpool gegenüber der Umgebung schützenden Atmosphäre vorhandene Wasserstoff bewirkt, dass Sauerstoff gebunden wird, der beispielsweise über die sich im Gießbetrieb bewegenden Elemente der Gießvorrichtung oder andere unvermeidbare Undichtigkeiten in den Bereich des Schmelzenpools eingeschleppt wird. Auf diese Weise wird der Gefahr einer Reoxidation der Schmelze wirkungsvoll entgegengewirkt. Das Auftreten von oxidischen Einschlüssen ("Scums") in der Oberfläche des gegossenen Bandes ist so auf ein Minimum reduziert.

Gleichzeitig unterstützt die Anwesenheit von Wasserstoff in der Atmosphäre oberhalb des Schmelzenpools die Zerlegung des Stickstoffs in seine atomaren Bestandteile ($N_2 \rightarrow 2 N$). In diesem Zustand (atomar) kann der Stickstoff an der Oberfläche absorbiert werden und in den Stahl diffundieren, der unter Beachtung der erfindungsgemäßen Vorschrift legiert ist. Dadurch wird eine homogenere Erstarrung gewährleistet, die sich in einem guten Abprägeverhalten widerspiegelt, und Rissbildung unterdrückt. Die Entstehung von Oberflächenrissen wird so sicher verhindert, ohne dass es dazu einer besonderen Formgebung der Oberfläche der mit der Schmelze in Kontakt kommenden Wände bedarf.

Insbesondere beim Einsatz eines "Twin-Rollers" ist daher bei erfindungsgemäßer Vorgehensweise ein Herstellungs- und Wartungsaufwand, wie beim eingangs behandelten Stand der Technik noch unvermeidbar ist, nicht erforderlich.

Stattdessen können die den Gießspalt begrenzenden Wände mit einer stochastischen Rauigkeitsverteilung versehen werden, wie sie durch eine Strahlbehandlung üblicherweise erzeugt

wird (z.B. $R_a > 40 \mu\text{m}$, vorzugsweise $> 60 \mu\text{m}$, $R_z > 7 \mu\text{m}$, vorzugsweise $> 10 \mu\text{m}$).

Indem der Wasserstoff-Gehalt der Atmosphäre auf mindestens 0,5 Mol.-% eingestellt wird, kann sicher gewährleistet werden, dass die erfindungsgemäße Wirkung seiner Anwesenheit erreicht wird. Um gleichzeitig sicherzustellen, dass es zu keinen explosionsartigen Reaktionen des Wasserstoffs mit dem Umgebungssauerstoff kommt, kann der Wasserstoff-Gehalt der Atmosphäre auf höchstens 7,5 Mol.-% begrenzt werden.

Stellt sich heraus, dass die Löslichkeit des Stickstoffs im Stahl unerwünschte Auswirkungen hat, so kann das Stickstoffangebot in der Schutzatmosphäre über dem Schmelzenpool dadurch gemindert werden, dass ihr ein Edelgas, bevorzugt Argon, zugegeben wird. Dementsprechend ist es zweckmäßig, den Stickstoff-Gehalt in der Schutzatmosphäre in einem Bereich zu variieren, dessen Untergrenze bei Anwesenheit von einem dritten Gas im Gasgemisch bei 30 Mol.-% und dessen Obergrenze bei Fehlen eines dritten Gases dem neben dem jeweiligen H_2 -Gehalt verbleibenden Rest entspricht.

Eine weitere wichtige Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass für das Verhältnis $\text{Cr}_{\text{eq}}/\text{Ni}_{\text{eq}}$ gilt $\text{Cr}_{\text{eq}}/\text{Ni}_{\text{eq}} \geq 1,8$. Überraschend hat sich gezeigt, dass bei der erfindungsgemäßen Verarbeitung von Stählen, für die diese Anforderung an das Verhältnis des Cr-Äquivalents zum Ni-Äquivalent eingehalten wird, ein optimales Oberflächenerscheinungsbild gewährleistet werden kann. So treten bei derart zusammengesetzten, in erfindungsgemäßer Weise während des Gießprozesses unter einer Wasserstoff enthaltenden Atmosphäre gehaltenen Stählen keine

Glanzheterogenitäten mehr auf. Stattdessen stellt der Betrachter einen gleichmäßigen, einheitlichen Glanz der Oberfläche des fertigen Bandes fest, der nicht mehr durch Flecken oder vergleichbare Inhomogenitäten, wie Grausprenkelung, Streifigkeit oder ähnliche Aspekte gestört wird. Erklärt werden kann dies dadurch, dass bei erfindungsgemäßer Herstellweise der Wärmeübergang zwischen den den Gießspalt begrenzenden, sich bewegenden Wänden und der Schmelze dadurch vergleichmäßig ist, dass, wie bereits erläutert, eventuell mit den betreffenden Wänden transportierter Sauerstoff durch den Wasserstoff der Atmosphäre gebunden ist und sich der Stickstoff in einem Zustand befindet, in dem er leicht in die Stahlschmelze diffundieren kann. Infolgedessen weist der mit den Wänden in Kontakt kommende Stahl beim Verlassen des Gießspalts im Bereich seiner Oberfläche ein gleichmäßiges Gefüge auf, das Voraussetzung für die Entstehung eines gleichmäßigen Oberflächenglanzes ist.

Neben den voranstehend erläuterten Vorteilen der Erfindung besteht eine wesentliche Wirkung der erfindungsgemäßen Erhöhung des Verhältnisses Cr_{eq}/Ni_{eq} und der Zugabe von Wasserstoff zur Atmosphäre über dem Schmelzenpool darin, dass sich die Gießleistung gegenüber der bei herkömmlicher Vorgehensweise erzielbaren deutlich steigert. Diese Steigerung der Gießleistung tritt bereits bei Einhaltung der erfindungsgemäß für das Verhältnis Cr_{eq}/Ni_{eq} vorgegebenen Untergrenze und bei Zugabe von Wasserstoff im erfindungsgemäß vorgegebenen Bereich ein und lässt sich durch eine Erhöhung des Wertes für Verhältnisses Cr_{eq}/Ni_{eq} und des Anteils von Wasserstoff in der Atmosphäre über der Schmelze weiter steigern.

Die durch die Erfindung erzielten Wirkungen stellen sich unabhängig von dem jeweiligen Schwefelgehalt der verarbeiteten Schmelze ein. Eine Beschränkung der Anwendung der Erfindung nur auf bestimmte Stahllegierungen ist daher nicht erforderlich.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer Ausführungsbeispiele darstellenden Zeichnung näher erläutert. Die Figur zeigt schematisch einen Twin-Roller in seitlicher Ansicht.

Der als Vorrichtung zum Gießen von 1 mm bis 10 mm dicken Stahlbändern B aus einer Stahlschmelze eingesetzte, in an sich bekannter Weise ausgebildete Twin-Roller 1 weist zwei im Gießbetrieb gegenläufig rotierende Gießwalzen 2,3 auf, die zwischen sich einen rechtwinkligen Gießspalt 4 in dessen Längsrichtung begrenzen. Die Umfangsflächen der Gießwalzen 2,3 bilden dabei die sich im Gießbetrieb bewegendenden Wände des Gießspalts 4. Die kurzen Seiten des Gießspalts 4 sind durch nicht dargestellte Seitenplatten abgedichtet.

Die Stahlschmelze wird mittels eines Tauchrohres 5 aus einer ebenfalls nicht gezeigten Verteilerrinne in den Gießspalt 4 gegossen. Dabei bildet sich oberhalb des Gießspalts 4 durch aufgestaute Schmelze ein Schmelzenpool 6.

Der Bereich oberhalb des Schmelzenpools 6 ist durch eine Einhausung 7 gegenüber der Umgebung abgeschottet. Über der Oberfläche des Schmelzenpools 6 herrscht in der Einhausung 7 eine Atmosphäre A, deren Zusammensetzung sich von der in der freien Umgebung U der Einhausung 7 herrschenden Umgebung unterscheidet.

Mit Hilfe der Vorrichtung 1 sind mit Schmelzen E11, E12, E13, E21, E22, E23 und V11, V12, V13 Gießversuche durchgeführt worden. Die mit den Schmelzen E11-E23 durchgeführten Versuche erfolgten in erfindungsgemäßer Weise, während die Gießversuche V11-V13 zum Nachweis der sich bei konventioneller Herstellungsweise ergebenden Ergebnisse dienten.

Die Zusammensetzung der jeweils vergossenen Stahlschmelzen E11-E23 und V11-V13 sind in Tabelle 1 angegeben. Bei den zum Vergleich verarbeiteten Schmelzen V11-V13 ist das Verhältnis Cr_{eq}/Ni_{eq} kleiner als 1,7, während das Verhältnis Cr_{eq}/Ni_{eq} für die Stähle E11-E13 zwischen 1,7 und 1,8 liegt und für die Stähle E21-E23 mehr als 1,8 beträgt.

Die Schmelzen sind jeweils zu Bändern mit unterschiedlicher Banddicke vergossen worden. Dabei ist jeweils die Zusammensetzung der über dem Schmelzenpool 6 in der Einhausung 7 stehenden Atmosphäre A hinsichtlich ihres Anteils an N_2 , Ar und H_2 variiert worden. Die betreffenden Banddicken und die weiteren Betriebsparameter sind in Tabelle 2 verzeichnet.

Ebenso sind in Tabelle 2 die Ergebnisse der Beurteilung der Oberflächenbeschaffenheit der aus den Schmelzen V11-V13 und E11-E23 erzeugten Bänder eingetragen. Es zeigte sich, dass bei den Vergleichsbeispielen V1-V3 durch eine Variation der Gehalte an N_2 und Ar in der Atmosphäre A zwar das Auftreten von Scums und Rissen beeinflusst werden kann, dass jedoch erst durch die erfindungsgemäße Zugabe von H_2 zur Atmosphäre A eine entscheidende Erhöhung der Zuverlässigkeit bewirkt wird, mit der ein qualitativ hochwertiges, auch strengen Anforderungen an seine optische

Erscheinung gerecht werdendes gegossenes Stahlbandprodukt bereit gestellt werden kann.

Dabei zeigen die durchgeführten Versuche, dass sich bei Anwendung der Erfindung die Gießleistung deutlich steigern lässt. So konnte nachgewiesen werden, dass eine Erhöhung des Verhältnisses Cr_{eq}/Ni_{eq} einen entsprechenden Anstieg der Gießleistung bewirkt. Im Diagramm 1 ist der zwischen der Gießleistung und dem Verhältnis Cr_{eq}/Ni_{eq} bestehende Zusammenhang graphisch dargestellt.

BEZUGSZEICHEN

B	Stahlband
1	Twin-Roller
2,3	Gießwalzen
4	Gießspalt
5	Tauchrohr
6	Schmelzenpool
7	Einhausung
A	Atmosphäre über dem Schmelzenpool 6
U	Umgebung

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	B	Co	Cu	N	Nb	Ti	Cr _{eq} /NI _e q
V1	0,045	0,29	1,39	0,025	0,001	17,01	0,20	8,46	0,003	0,0004	0,13	0,18	0,046	0,01	0,001	1,66
V2	0,048	0,39	0,41	0,026	0,001	17,21	0,12	8,42	0,003	0,0004	0,13	0,20	0,064	0,01	0,002	1,68
V3	0,045	0,30	1,25	0,026	0,003	17,14	0,22	8,40	0,003	0,0004	0,02	0,25	0,060	0,01	0,001	1,65
E11	0,038	0,36	1,04	0,022	0,001	18,00	0,52	8,93	0,003	0,0004	0,17	0,02	0,039	0,01	0,001	1,78
E12	0,042	0,44	1,26	0,025	0,001	18,28	0,28	8,52	0,003	0,0006	0,11	0,29	0,051	0,01	0,002	1,79
E13	0,050	0,46	1,27	0,025	0,013	18,10	0,30	8,63	0,003	0,0004	0,16	0,26	0,054	0,01	0,007	1,73
E21	0,047	0,30	1,30	0,020	0,003	18,06	0,36	8,09	0,003	0,0004	0,17	0,22	0,054	0,01	0,009	1,81
E22	0,039	0,33	1,26	0,024	0,001	18,04	0,16	8,01	0,003	0,0004	0,09	0,16	0,057	0,01	0,001	1,84
E23	0,039	0,40	1,26	0,024	0,001	18,14	0,27	7,99	0,003	0,0004	0,02	0,16	0,050	0,01	0,010	1,89

Alle Angaben in Gew.-%, Rest Eisen und übliche Verunreinigungen

Tabelle 1

	Cr _{eq} /Ni _{eq}	Banddicke [mm]	Rollenrauheit [μm]		Zusammensetzung zugeführtes Gasgemisch [Mol-%]			Oberflächendefekte am Band		
			Rz	Ra	N ₂	Ar	H ₂	Risse	Scums	Glanz heterogenität
V11	<1,7	2,8	100	20	53	47	0	keine	vereinzelt	ausgeprägt
V12		2,7	92	19	18	77	5	keine	keine	ausgeprägt
V13		2,7	90	18	95	0	5	keine	keine	ausgeprägt
E11	≥1,7	3,0	82	17	70	30	0	vereinzelt	vereinzelt	geringfügig
E12		3,0	82	17	15	80	5	vereinzelt	keine	geringfügig
E13		2,7	102	20	81	14	5	keine	keine	geringfügig
E21	≥1,8	2,9	86	18	48	52	0	häufig	vereinzelt	keine
E22		2,7	78	16	23	72	5	vereinzelt	keine	keine
E23		3,0	78	16	85	10	5	keine	keine	keine

Tabelle 2

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zum Herstellen von gegossenem Stahlband (B), bei dem eine Stahlschmelze in einem kontinuierlichen Verfahrensablauf in einen Gießspalt (4), dessen Längsseiten durch während des Gießvorgangs sich bewegende Wände gebildet sind, zu dem Stahlband (B) vergossen und die über dem Gießspalt (4) in einem Schmelzenpool (6) anstehende Stahlschmelze unter einer Stickstoff und Wasserstoff enthaltenden Atmosphäre (A) gehalten wird, d a d u r c h
- g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
- der Wasserstoffgehalt der Atmosphäre (A) > 0 Mol.-% bis 10 Mol.-% beträgt
- und
- die zur Einstellung der Eigenschaften des Stahlbands (B) jeweils wahlweise vorhandenen Cr-, Mo-, Nb-, Si-, Ti-, Ni-, Mn-, C- bzw. N-Gehalte der vergossenen Stahlschmelze jeweils derart gewählt sind, dass für das aus dem Cr-Äquivalent Cr_{eq} und dem Ni-Äquivalent Ni_{eq} gebildete Verhältnis Cr_{eq}/Ni_{eq} gilt

$$Cr_{eq}/Ni_{eq} \geq 1,7,$$

$$\text{mit } Cr_{eq} = \%Cr + 1,37 \%Mo + 2 \%Nb + 1,5 \%Si + 3 \%Ti,$$

$$Ni_{eq} = \%Ni + 0,31 \%Mn + 22 \%C + 14 \%N + \%Cu,$$

$$\%Cr = \text{jeweiliger Cr-Gehalt},$$

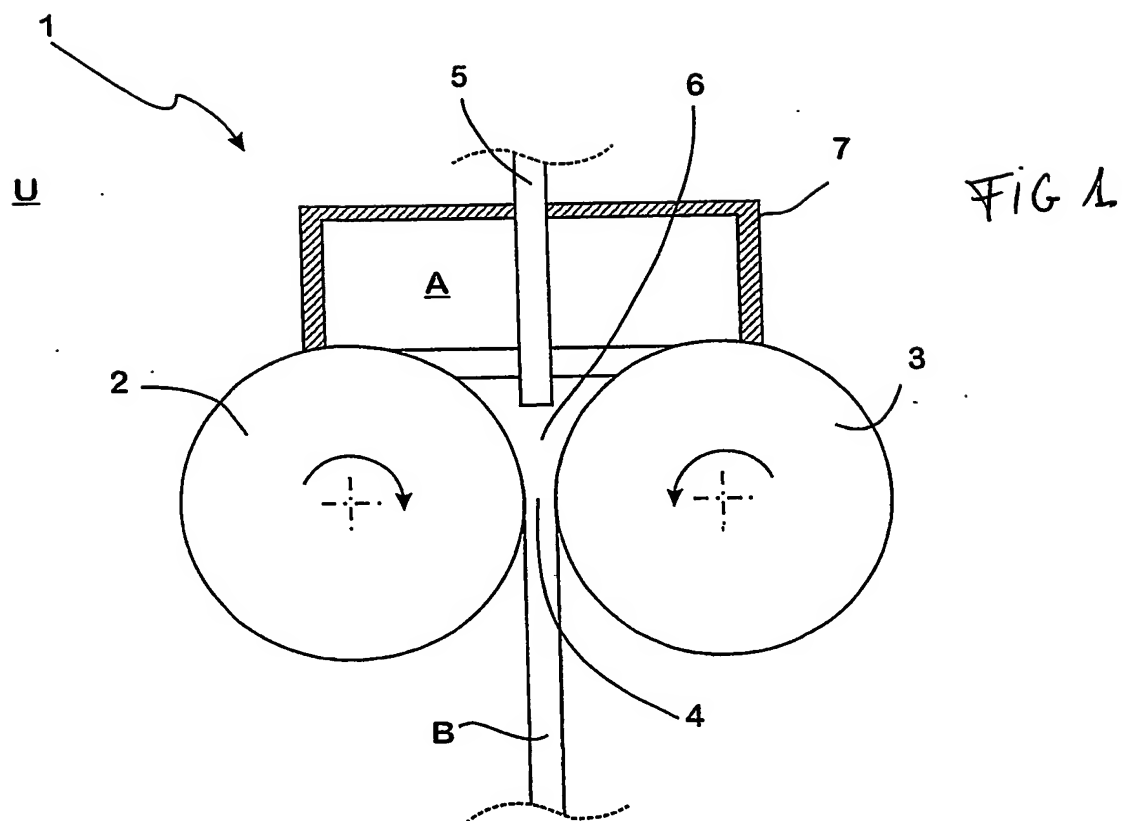
$$\%Mo = \text{jeweiliger Mo-Gehalt},$$

$$\%Nb = \text{jeweiliger Nb-Gehalt},$$

%Si = jeweiliger Si-Gehalt,
%Ti = jeweiliger Ti-Gehalt,
%Ni = jeweiliger Ni-Gehalt,
%Mn = jeweiliger Mn-Gehalt,
%C = jeweiliger C-Gehalt,
%N = jeweiliger N-Gehalt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, d a s s der Gießspalt
(4) zwischen zwei gegenläufig rotierenden, im
Gießbetrieb gekühlten Gießrollen (2,3) gebildet ist,
die die Längsseiten des Gießspalts (4) begrenzen.
3. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
der Wasserstoff-Gehalt der Atmosphäre (A) mindestens
0,5 Mol.-% beträgt.
4. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
der Wasserstoff-Gehalt der Atmosphäre (A) höchstens
7,5 Mol.-% beträgt.
5. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
die Atmosphäre (A) zusätzlich ein Edelgas enthält.
6. Verfahren nach Anspruch 5, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, d a s s das Edelgas
Argon ist.

7. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Stickstoff-Gehalt der Atmosphäre (A) mindestens 30 Mol.-% beträgt.
8. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für das Verhältnis Cr_{eq}/Ni_{eq} gilt $Cr_{eq}/Ni_{eq} \geq 1,8$.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Gießwalzen (2,3) eine stochastische Rauigkeitsverteilung aufweisen.



Abhängigkeit der Gießleistung vom Cr_{eq}/Ni_{eq}

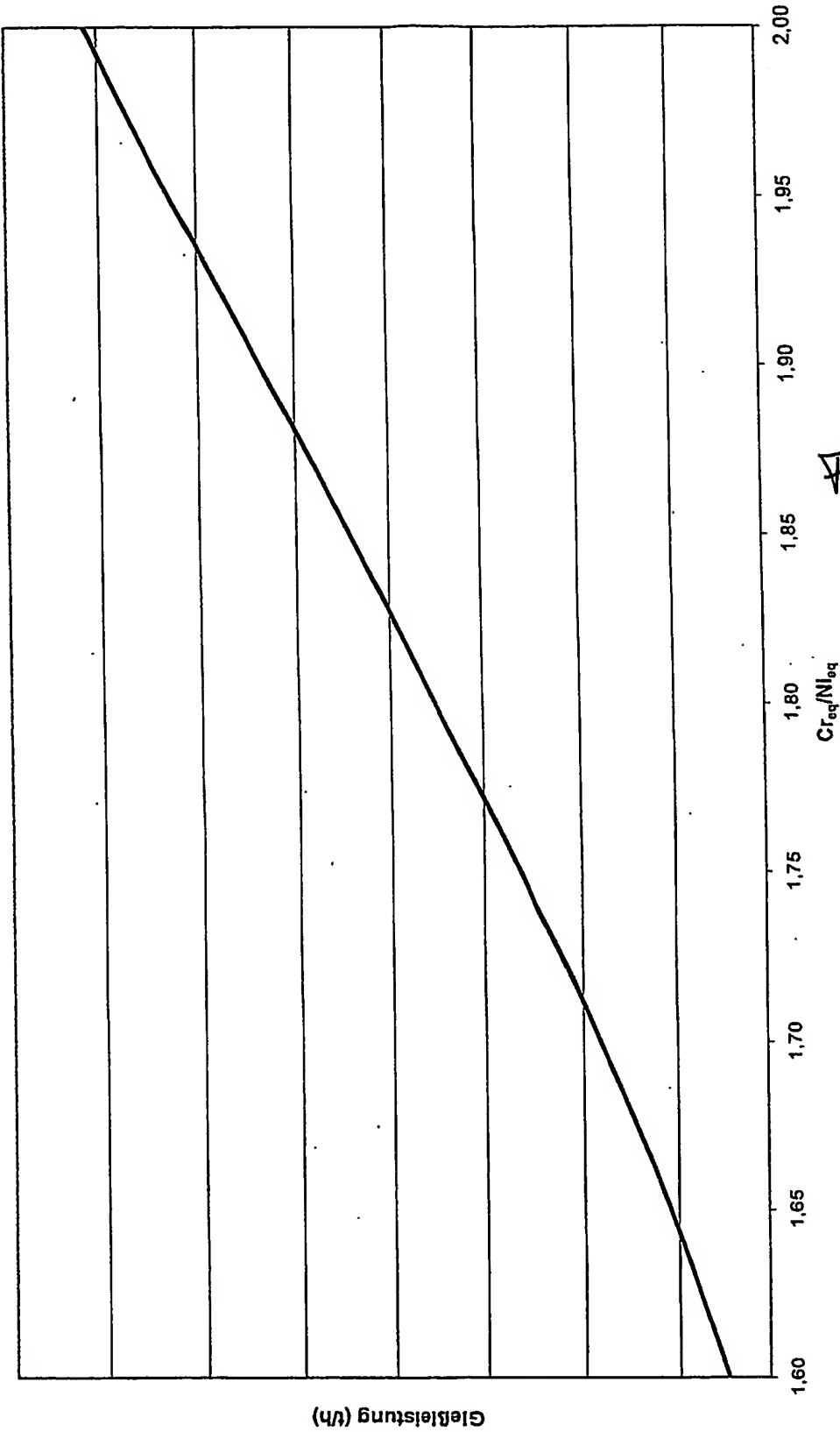


Diagramm 1

FIG 2